



Docket No. 1232-5088

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): SUNAGA et al

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/630,407

Examiner: TBA

Filed: July 30, 2003

For: PROJECTION OPTICAL SYSTEM, PROJECTION TYPE IMAGE DISPLAY APPARATUS, AND IMAGE DISPLAY SYSTEM

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:


1. Claim to Convention Priority w/Document; and
2. Return Receipt postcard
- 3.

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: October 3, 2003

By:

  
Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



Docket No.: 1232-5088

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): SUNAGA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/630,407

Examiner: TBA

Filed: July 30, 2003

For: PROJECTION OPTICAL SYSTEM, PROJECTION TYPE IMAGE DISPLAY  
APPARATUS, AND IMAGE DISPLAY SYSTEM

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C.  
§119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

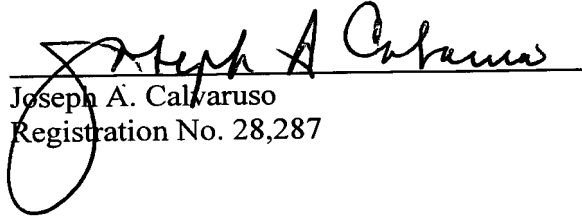
Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2002-221772  
Filing Date(s): July 30, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of  
said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial  
No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: October 3, 2003

By:

  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    7 月 3 0 日  
Date of Application:

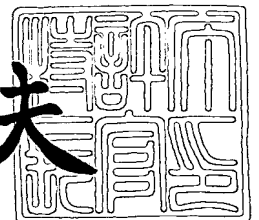
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 2 1 7 7 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 2 1 7 7 2 ]

出    願    人            キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 4649077

【提出日】 平成14年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/13

【発明の名称】 投射光学系、投射型画像表示装置および画像表示システム

【請求項の数】 13

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 須永 敏弘

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 茶谷 佐和子

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 栗岡 善昭

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 樽松 克巳

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 石井 隆之

## 【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100067541

【弁理士】

【氏名又は名称】 岸田 正行

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100104628

【弁理士】

【氏名又は名称】 水本 敦也

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108361

【弁理士】

【氏名又は名称】 小花 弘路

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044716

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

**【書類名】 明細書****【発明の名称】** 投射光学系、投射型画像表示装置および画像表示システム**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 原画からの光束を被投射面に投射する投射光学系であって、  
曲率を有する少なくとも 3 面の複数の反射面を有し、

前記原画の中心から前記被投射面に投射される最終結像画像の中心に至る光束の主光線である中心主光線がたどる経路を基準軸としたとき、前記投射光学系の入射側の前記基準軸と前記投射光学系の射出側の前記基準軸とが相互に傾いており、

かつ前記複数の反射面が、前記投射光学系内において前記基準軸が少なくとも 1 回交差するように配置されていることを特徴とする投射光学系。

**【請求項 2】** 前記入射側基準軸と前記射出側基準軸とが相互に 30 度以上傾いていることを特徴とする請求項 1 に記載の投射光学系。

**【請求項 3】** 前記複数の反射面がミラーにより構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の投射光学系。

**【請求項 4】** 以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

$$L > 7 Y$$

但し、L は前記複数の反射面の前記基準軸に沿って隣り合う 2 面の最大間隔、Y は前記基準軸を含む面内での前記原画の大きさである。

**【請求項 5】** 前記投射光学系の入射側の最大画角又は射出側の最大画角が 20 度以上であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

**【請求項 6】** 前記原画からの光束が、前記複数の反射面のうち前記被投射面に最も近い最終反射面と他の反射面との間で中間結像することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

**【請求項 7】** 前記原画からの光束が、前記複数の反射面のうち 2 つの反射面の間の空間を通过这个の投射光学系に対して入射又は射出することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 8】 前記画像表示素子の法線と前記被投射面の法線とが実質的に垂直であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 9】 前記複数の反射面よりも前記画像表示素子側に少なくとも 1 つの透過型光学素子を有し、該透過型光学素子の光軸が前記被投影面の法線と実質的に垂直であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の投射光学系。

【請求項 10】 前記少なくとも 1 つの透過型光学素子の光軸と、前記複数の反射面内の前記基準軸が形成する平面の法線とが実質的に平行であることを特徴とする請求項 9 記載の投射光学系。

【請求項 11】 前記少なくとも 1 つの透過型光学素子の光軸と、前記複数の反射面内の前記基準軸が形成する平面の法線とが実質的に垂直であることを特徴とする請求項 9 記載の投射光学系。

【請求項 12】 光源からの光で前記画像表示素子を照明する照明光学系と、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の投射光学系とを有することを特徴とする投射型画像表示装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の投射型画像表示装置と、前記画像表示素子に原画を表示させるための画像情報を前記投射型画像表示装置に供給する画像情報供給装置とを有することを特徴とする画像表示システム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、フロントプロジェクタやリアプロジェクタ等の投射型画像表示装置に用いられる投射光学系に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

図 14 には、特開平 8-292371 号公報にて提案されている反射光学系の例を示している。同図において、不図示の物体からの光束は絞りを通過し、反射光学素子 R E に第 1 面 R 1 から入射する。反射光学素子 R E に入射した光束は、



第1面R1で屈折し、第2面R2、第3面R3、第4面R4、第5面R5および第6面R6で反射し、第7面R7で屈折して反射光学素子REを射出する。このとき、光束は、第2面R2付近の中間結像面に1次結像し、第5面R5近傍に瞳を形成する。

#### 【0003】

そして、反射光学素子REを射出した光束は撮像面（CCD等の撮像媒体の撮像面）上に最終的に結像する。

#### 【0004】

この光学系では、複数の曲面や平面の反射面を一体的に形成した光学素子を用い、反射光学系全体の小型化を図りつつ、また個別に配置したミラーにより構成される反射光学系にありがちなミラーの配置精度（組立精度）による光学性能の悪化を緩和している。

#### 【0005】

また、上記光学系は、絞りを光学系の最も物体側に配置し、かつこの光学系の中で物体像を少なくとも1回結像させる構成とすることにより、広画角の反射光学素子でありながら、光学素子の有効径の縮小化を図り、さらに光学素子を構成する複数の反射面に適切な屈折力を与え、各反射面を偏心配置することにより、光学系内の光路を所望の形状に屈曲させ、該光学系の全長の短縮化を達成している。

#### 【0006】

こうした非共軸光学系はオフアキシアル光学系と称される。すなわち、像中心と瞳中心を通る中心主光線のたどる経路を基準軸としたときに、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上にない曲面（オフアキシアル曲面）を含む光学系として定義される光学系である。このオフアキシアル光学系において、基準軸は折れ曲がった形状となる。

#### 【0007】

このオフアキシアル光学系は、構成面が一般には非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、特開平8-292372号公報、特開平9-222561号公報および特開平9

－ 2 5 8 1 0 5 号公報等にはそれら光学素子を用いた変倍光学系が、特開平 9 - 5 6 5 0 号公報にはその設計法が提案されている。

#### 【 0 0 0 8 】

また、特開 2 0 0 1 - 2 5 5 4 6 2 号公報には、オフアキシアル光学系を投射型画像表示装置の投射光学系に応用することが提案されている。本願図 1 5 は、上記特開 2 0 0 1 - 2 5 5 4 6 2 号公報にて提案されている投射光学系を示している。この図において、L は投射光学系、P A は投射光学系 L の入射側基準軸、S A は投射光学系 L の射出側基準軸、 $\theta_{ps}$  は両基準軸 P A, S A のなす角である。

#### 【 0 0 0 9 】

この投射光学系では、ライトバルブ L V からの光束を、不図示のスクリーンに斜め方向から投射するものである。

#### 【 0 0 1 0 】

このように、殆どのプロジェクタは観察者が見やすいように斜めに投射できるようになっている。つまり、図 1 5 の  $\theta_{ps}$  がある程度の角度を持っているのが普通である。

#### 【 0 0 1 1 】

プロジェクタを机の上だけでなく、床や天井から吊り下げて使用する場合には、 $\theta_{ps}$  としてさらに大きな角度が必要になる。また、リアプロジェクタ等に使われる投射光学系も、スクリーンにその背面から斜めに光束を投射することにより、装置全体の薄型化を図っている。斜めに投射する角度が大きければ大きいほど、装置は薄型になる。この場合にも、 $\theta_{ps}$  は大きくなる。

#### 【 0 0 1 2 】

#### 【発明が解決しようとする課題】

特開平 8 - 2 9 2 3 7 1 号公報などにて提案されている光学系は、本願図 1 6 に示すように、基準軸が、図中反時計回り方向を正としたときに、第 1 反射面 R 1 0 1 で正の方向に回転し、次の第 2 反射面 R 1 0 2 で負の方向に回転し、第 3 反射面 R 1 0 3 によって正の方向に回転し、最後の第 4 反射面 R 1 0 4 で負の方向に回転するといった反射面の配置になっている。つまり、基準軸と各反射面の

なす角が正, 負, 正, 負…と交互なるように反射面が配置されている。

#### 【0013】

ここで、入射側基準軸 PA と射出側基準軸 SA のなす角が小さければこのような面配置でも問題にならない。しかしながら、プロジェクタのように入射側基準軸と射出側基準軸にある程度の角度を持たせようとする場合はこの構成では不都合が生じる。

#### 【0014】

図 17 (A) は、射出側基準軸 SA を下方に向けるよう複数の反射面を配置した様子を示している。この図に示すように、入射側基準軸 PA と第 1 反射面 101 から第 2 反射面 102 に向かう基準軸とのなす角度  $\xi_1$ 、および第 2 反射面 102 から第 3 反射面 103 に向かう基準軸と第 3 反射面 103 から第 4 反射面 104 に向かう基準軸とのなす角度  $\xi_3$  の角度を広げる一方、第 1 反射面 101 から第 2 反射面 102 に向かう基準軸と第 2 反射面 102 から第 3 反射面 103 に向かう基準軸とのなす角度  $\xi_2$ 、および第 3 反射面 103 から第 4 反射面 104 に向かう基準軸と射出側基準軸とのなす角度  $\xi_4$  を狭くする。

#### 【0015】

しかしながら、 $\xi_2$ ,  $\xi_4$  を狭くし過ぎると光束がけられてしまうので、これら角度を大幅に狭くすることはできない。つまり、 $\xi_1$ ,  $\xi_3$  を大きく広げる必要がある。

#### 【0016】

一般的に基準軸と反射面とのなす角が大きくなると性能をとりづらくなるので、入射側基準軸と射出側基準軸とがなす角度として大きな角度が必要な場合、 $\xi_1$  と  $\xi_3$  が大きくなって必要な性能がとれなくなる。また、反射面の入射出角が大きい場合、保持誤差の影響を受けやすくなる。

#### 【0017】

図 20 (A), (B) は反射面に対する入射出角の違いによる誤差の影響を示している。図中の A は反射面に入射する光線であり、図 20 (A) では入射出角は大きく、図 20 (B) では入射出角が小さい。

#### 【0018】

Rは設計値で反射面の位置を表しており、R'はRから $\alpha$ だけ図中右方向にシフトした反射面の位置を示している。 $\beta$ 、 $\gamma$ は反射面がRから $\alpha$ だけシフトした場合に光線Aが反射面にあたるヒットポイントのずれ量を示している。この図から分かるように、図20(A)に示す入射出角が大きい場合の方がヒットポイントのずれ量 $\beta$ が大きく、光学性能に与える影響が大きい。

#### 【0019】

このように、反射面の位置誤差が同じであっても、反射面に対する光線の入射出角が大きいほど光学性能は劣化しやすい。

#### 【0020】

図17(B)は、射出側基準軸SAを上方に向けるように反射面を配置した様子を示している。この場合、 $\xi 1$ 、 $\xi 3$ を小さく、 $\xi 2$ 、 $\xi 4$ を大きくする必要がある。そしてこの場合も、図17(A)に示した場合と同様に、 $\xi 1$ 、 $\xi 3$ を小さくすることに限界があり、 $\xi 2$ と $\xi 4$ を必要以上に大きくすることになる。

#### 【0021】

このように、単純に反射面の傾き角を大きくしたのでは、入射側基準軸と射出側基準軸とのなす角度を大きくすることが難しい。この角度が30度以上になる場合、性能が保てなくなる。

#### 【0022】

図18には、基準軸を交差させるよう反射面R101～R104を配置した投射光学系を示している。この場合、入射側基準軸PA、反射面間の基準軸および射出側基準軸SAがなす角度は、入射側から順に、負、負、正、負となり、正の角度が基準軸を交差させることにより負になり、この角度の約2倍分だけ入射側基準軸PAと射出側基準軸SAが傾く。このように、光路内で基準軸を交差させた場合、各反射面の傾き角を抑えたまま入射側基準軸と射出側基準軸のなす角度を大きくできる。

#### 【0023】

本発明は、以上の点に鑑み、光路内で基準軸を交差させることにより、各反射面の傾き角を小さく抑えたまま入射側基準軸と射出側基準軸のなす角度を十分大きくすることができるようにした投射光学系を提供することを目的としている。

## 【0024】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、原画からの光束を被投射面に投射する投射光学系において、曲率を有する少なくとも3面の複数の反射面を設けるとともに、原画の中心から被投射面に投射される最終結像画像の中心に至る光束の主光線である中心主光線がたどる経路（光路）を基準軸としたとき、投射光学系の入射側の基準軸と投射光学系の射出側の基準軸とを相互に傾かせ、かつ上記複数の反射面を、投射光学系内において基準軸が少なくとも1回交差するように配置する。

## 【0025】

これにより、各反射面の傾き角を小さく抑えたまま入射側基準軸と射出側基準軸のなす角度を十分大きくすることができる投射光学系を実現することが可能となる。例えば、入射側基準軸と射出側基準軸とが相互に30度以上傾いている投射光学系をも実現することが可能である。

## 【0026】

また、上記投射光学系において、以下の条件を満足するようにしてもよい。

## 【0027】

$$L > 7Y \quad \dots (1)$$

但し、Lは上記複数の反射面の基準軸に沿って隣り合う2面の最大間隔、Yは基準軸を含む面内での原画の大きさである。

## 【0028】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施形態な説明に入る前に、各実施形態の構成諸元の表し方および実施形態全体の共通事項について説明する。図9は本発明の実施形態として示す光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。

## 【0029】

本発明の実施形態では、物体側（原画側）から像面（被投射面）に進む1つの光線（図9中に一点鎖線で示すもので中心主光線又は基準軸光線と呼ぶ）に沿ってi番目の面を第i面とする。

**【0030】**

また、図9において、第1面R1は絞り、第2面R2は第1面と共軸な屈折面、第3面R3は第2面R2に対してチルトした反射面、第4面R4、第5面R5は各々の前面に対してシフト、チルトした反射面、第6面R6は第5面R5に対してシフト、チルトした屈折面である。第2面R2から第6面R6までの各々の面はガラス、プラスチック等の媒質で構成される1つの光学素子上に構成されている。

**【0031】**

従って、図9の構成では、不図示の物体面から第2面R2までの媒質は空気、第2面R2から第6面R6まではある共通の媒質、第6面R6から不図示の第7面R7までの媒質は空気で構成されている。

**【0032】**

本発明の光学系は、Off-Axial 光学系であり、光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本発明の実施形態においては第1面の光線有効径の中心を原点とする絶対座標系を設定する。

**【0033】**

そして、本発明の実施形態においては、第1面の光線有効径の中心点を原点とすると共に、この原点と最終結像面（最終結像画像）の中心とを通る光線（中心主光線又は基準軸光線）のたどる経路を光学系の基準軸と定義する。さらに、実施形態中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は中心主光線が結像に際して進行する方向である。

**【0034】**

なお、本発明の実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記のように設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すればよい。しかし、一般的には像面の中心と、絞り、入射瞳、射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終結像面の中心のいずれかを通る光線の経路を光学系の基準となる基準軸に設定する。

**【0035】**

つまり、本発明の実施形態においては、第1面（絞り面）の光線有効径の中心点を通り、最終結像面の中心へ至る中心主光線（基準軸光線、基準軸）が各屈折面及び反射面によって屈折、反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は中心主光線が屈折、反射を受ける順番に設定している。従って、基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。

#### 【0036】

本発明の実施形態の光学系を構成するチルト面は、基本的にすべてが同一面内でチルトしている。そこで、絶対座標系の各軸を以下のように定める。

#### 【0037】

Z軸：原点を通り第2面R2に向かう基準軸、ここで、原点から第2面R2に向かう方向を正とする。

#### 【0038】

Y軸：原点を通りチルト面内（図9の紙面内）でZ軸に対して反時計回り方向に90°をなす方向。

#### 【0039】

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線（図9の紙面に垂直な方向、紙面手前側が正）。詳細には、Z軸の正の方向から見て、原点を中心にY軸を反時計回りに90度回転させた方向。

#### 【0040】

また、光学系を構成する第i面の面形状を表すには、絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸と第i面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易いため、第i面の面形状をローカル座標系で表わす。ローカル座標x軸、y軸、z軸は以下のように定義する。

#### 【0041】

z軸：ローカル座標の原点を通り、このローカル座標の原点における第i面の法線方向であり、前述の絶対座標系のZ方向に対してなす角度が90°未満である方向を正とする。

## 【0042】

y 軸：ローカル座標の原点を通り、z 方向に対し絶対座標の YZ 面内において反時計回り方向に  $90^\circ$  回転させた方向を正とする。

## 【0043】

x 軸：ローカル座標の原点を通り、YZ 面に対し垂直な方向（z 軸の正の方向から見て、原点を中心に y 軸を反時計回りに  $90^\circ$  回転させた方向を正とする）

。

## 【0044】

また、第 i 面の YZ 面内でのチルト角は絶対座標系の Z 軸に対して反時計回り方向を正とした角度  $\theta_i$ （単位  $^\circ$ ）で表す。ここでの角度  $\theta_i$  は、第 i 面の z 軸の絶対座標系の Z 軸に対する、YZ 平面内での反時計回り方向への傾き角のことである。つまり、第 i 面のローカル座標（x, y, z）の y, z 軸は絶対座標系（X, Y, Z）に対して YZ 面内で角度  $\theta_i$  傾いているとすることができる。本発明の実施形態では、各面のローカル座標の原点は図 9 中の YZ 平面上にある。また、本発明の実施形態においては、XZ および XY 面内での面の偏心はない。

## 【0045】

また、本発明の実施形態では光学系の断面図とともに数値データを示す。ここで、 $D_i$  は第 i 面と第 (i + 1) 面のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量である。 $N_{di}$ ,  $\nu_{di}$  はそれぞれ第 i 面と第 (i + 1) 面間の媒質の屈折率とアッペ数である。

## 【0046】

また、球面は以下の式で表される形状である：

## 【0047】

【数 1】

【数 1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R_i}{1 + \left\{1 - (x^2 + y^2)/R_i^2\right\}^{1/2}}$$

## 【0048】

また、本発明の光学系は少なくとも回転非対称な非球面を 3 面以上有し、その



形状は以下の式により表す：

$$z = C02y^2 + C20x^2 + C03y^3 + C21x^2y + C04y^4 + C22x^2y^2 + C40x^4 \\ + C05y^5 + C23x^2y^3 + C41x^4y + C06y^6 + C24x^2y^4 + C42x^4y^2 + C60x^6$$

上記曲面式は  $x$  に関して偶数次の項のみであるため、上記曲面式により規定される曲面は  $y z$  面を対称面とする面对称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合は  $x z$  面に対して対称な形状を表す。

【 0 0 4 9 】

$$C03 = C21 = t = 0$$

さらに、

$$C02 = C20$$

$$C04 = C40 = C22/2$$

$$C06 = C60 = C24/3 = C42/3$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は回転非対称な形状である。

【 0 0 5 0 】

なお、実施形態では、絞りの直径を絞り径として示している。これは光学系の明るさに関係する。また、各実施形態においては投射光学系の横収差図を示す。具体的には、結像面上において画面の中心を原点とし、垂直方向（ $Y$  方向）の結像面サイズを  $VS$ 、水平方向（ $X$  方向）の結像面サイズ  $HS$  としたとき、 $(0, VS/2)$ ,  $(0, 0)$ ,  $(0, -VS/2)$ ,  $(HS/2, VS/2)$ ,  $(HS/2, 0)$ ,  $(HS/2, -VS/2)$  となる画角 1 ～ 6 の光束の横収差を示す。

【 0 0 5 1 】

横収差図においては、横軸は瞳への入射高さを表し、縦軸は収差量を表し、入射瞳面上における  $y$  断面と  $x$  断面の 2 つの収差を示す。

【 0 0 5 2 】

各実施形態とも基本的に各面が  $y z$  面を対称面とする面对称の形状となっているため、横収差図においても水平方向のプラス、マイナス方向は同一となるので、マイナス方向の横収差図は省略している。

【 0 0 5 3 】

## (第1実施形態)

図1には、本発明の第1実施形態である投射光学系を備えたプロジェクタ（投射型画像表示装置）の光学全系を示している。また、図2には、上記投射光学系の構成を示している。

## 【0054】

これらの図において、Pは反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いた画像表示素子である。1は画像表示素子Pに表示された原画の像をスクリーンSに拡大投影するための投射光学系である。

## 【0055】

ここで、画像表示素子Pの大きさは、 $9.6 \times 7.2\text{mm}$ 、スクリーンSの大きさは縦横比4：3の30インチである。また、スクリーンSの法線Saは基準軸Aに対し32度傾いており、前述した入射側基準軸と射出側基準軸は32度傾いている。

## 【0056】

以下、本実施形態に用いられる投射光学系の構成データを示す。ここで、 $Y_i$ 、 $Z_i$ は各反射面の原点の絶対座標系における座標であり、 $\theta_i$ は各反射面のチルト角であり、 $D_i$ は、第i面と第i+1面との面間隔であり、 $N_{di}$ 、 $\nu_{di}$ は第i面と第i+1面との間の媒質の屈折率、アッベ数である。

絞り径 14.00

i	$Y_i$	$Z_i$	$\theta_i$	$D_i$	$N_{di}$	$\nu_{di}$
1	0.00	0.00	0.00	32.26	1	絞り
2	0.00	32.26	18.00	35.00	1	反射面
3	-20.57	3.94	9.00	35.00	1	反射面
4	-31.39	37.23	2.00	35.00	1	反射面
5	-44.50	4.78	-3.00	60.00	1	反射面
6	-72.67	57.76	-8.00	55.00	1	反射面
7	-84.10	3.96	22.00	663.41	1	反射面
8	267.45	566.57	0.00		1	像面

## 非球面形状

R 2    C02=-4.59271e-003    C20=-5.14835e-003  
         C03=-3.36691e-006    C21=-9.05752e-006  
         C04=-2.08970e-007    C22=-5.43739e-007    C40=-1.68410e-007  
         C05=-2.72326e-010    C23= 1.14750e-009    C41= 1.49991e-009  
         C06=-3.53363e-011    C24=-8.68835e-011    C42= 1.83016e-011  
         C60= 3.67053e-012

R 3    C02=-3.28358e-003    C20=-2.60698e-003  
         C03= 2.73314e-007    C21= 2.33331e-005  
         C04=-8.49903e-007    C22=-2.77483e-006    C40=-3.75307e-007  
         C05= 4.82906e-010    C23= 3.70575e-008    C41= 4.46750e-008  
         C06=-4.54160e-010    C24=-1.25191e-009    C42= 4.80080e-010  
         C60= 1.24882e-010

R 4    C02=-1.74583e-003    C20=-1.12421e-003  
         C03= 1.93011e-005    C21= 1.63608e-004  
         C04=-4.84555e-007    C22=-5.33392e-007    C40=-3.39986e-007  
         C05=-4.50332e-009    C23= 9.81373e-009    C41= 3.58771e-008  
         C06=-2.44207e-010    C24=-2.16186e-010    C42= 2.39454e-009  
         C60= 6.13703e-010

R 5    C02=-4.33194e-004    C20=-6.40212e-003  
         C03= 4.31579e-005    C21= 4.76324e-004  
         C04=-6.06041e-007    C22=-8.47399e-006    C40=-3.66199e-006  
         C05=-2.85310e-009    C23= 1.44521e-007    C41= 3.32388e-007  
         C06=-1.62005e-010    C24=-7.23296e-010    C42=-1.29510e-008  
         C60= 8.90773e-010

R 6    C02= 4.38588e-003    C20= 1.61685e-003  
      C03= 5.90286e-005    C21= 2.35775e-004  
      C04=-1.99181e-006    C22= 6.55543e-006    C40=-5.60326e-007  
      C05=-1.45852e-009    C23= 2.02194e-009    C41= 2.36886e-007  
      C06= 2.08528e-009    C24=3.83403e-009    C42= 7.76936e-009  
      C60= 4.32004e-009

R 7    C02= 8.29142e-003    C20 =6.93803e-003  
      C03= 4.87359e-005    C21= 4.64618e-005  
      C04= 6.54790e-007    C22=-7.17921e-008    C40=1.06696e-007  
      C05= 5.77959e-009    C23= 1.10825e-008    C41=4.05398e-009  
      C06= 1.61873e-010    C24= 1.45878e-010    C42=3.76594e-011  
      C60= 2.40730e-011

図 1 および図 2 において、投射光学系 1 は画像表示素子 P からの光線の通過順に、絞り R 1 と、凹面鏡 R 2，凸面鏡 R 3，凹面鏡 R 4，凸面鏡 R 5，凸面鏡 R 6 および凹面鏡 R 7 の 6 つの反射面とからで構成されている。

#### 【 0 0 5 7 】

すべての反射面は、Y Z 平面のみに対して対称な面である。ここで、光束は、凸面鏡 R 6 と凹面鏡 R 7 との間で中間結像しており、凹面鏡 R 7 で反射されたあとで瞳の結像をしている。さらに、凸面鏡 R 5 から凸面鏡 R 6 へ向かう光路と凹面鏡 R 7 から出た光路とが交差している。そして、最終の反射面である凹面鏡 R 7 で反射した光束は、凹面鏡 R 4 と凸面鏡 R 6 との間の空間を通過してスクリーン S に投射される。

#### 【 0 0 5 8 】

本実施形態では、各反射面の法線と基準軸とのなす角は最大で  $27^{\circ}$  と小さくなっている。このように、光路（基準軸）を交差させることにより、各反射面の傾き角の大きさは小さく抑えられている。

## 【0059】

また、光路を交差させる場合、反射面間の間隔を長くとる必要がある。図15は、凸面鏡R5から凸面鏡R6へ向う光路の模式図である。

## 【0060】

図19において、Hは凸面鏡R5に入る光束の幅を示していて、この幅は全光路で大して変わらず、ほぼ中間結像面の大きさと同じくらいである。図に示すように、光路が交差するためには、D5（つまりは凸面鏡R5と凸面鏡R6の面間隔）の長さはHの約2.5倍以上確保しなければならない。D5がこれよりも小さいと、光路を交差させることができなくなる。反射鏡の保持等の関係から、相互に隣接する反射面間の間隔を広げる必要がある場合は、面間隔をさらに長くする必要がある。

## 【0061】

中間結像の大きさは、ミラー（表面反射面）で構成されている投射光学系の場合、画像表示素子（原画）の基準軸を含む面（YZ面）内での大きさの2.5～7程度になる。中間結像面以降の反射面は、多くて2面程度であり、中間結像面での開口が大きいと必要な性能を確保することができない。つまり、像の明るさと中間結像面の大きさには密接な関係が存在する。

## 【0062】

特開平8-292371号公報等にて提案されている撮像光学系に用いられる画像表示素子は、投射光学系に使われる画像表示素子より小さく、同じFナンバーにしても像は暗くなる。つまり、特開平8-292371号公報にて提案されている撮像光学系と比べて画像表示素子のサイズが大きい場合、その分、中間結像面を大きくし、そこでの開口を小さくしなければならない。このため、中間結像面の大きさは画像表示素子の基準軸を含む面内での大きさの2.5～7程度になる。

## 【0063】

したがって、少なくとも投射光学系における反射面間の最大の面間隔は画像表示素子の基準軸を含む面内での大きさの7.5倍以上必要となる。

## 【0064】

本実施形態の場合、基準軸を含む面内での画像表示素子の大きさは7.2 mmであり、最大の面間隔は60mmであるので、この条件、すなわち上記条件式（1）を満たしている。

#### 【0065】

図3には、スクリーンS上での横収差を、図4には、スクリーンS上でのディストーションを示している。これらの図から分かるように、どちらも十分な性能が確保できている。

#### 【0066】

また、本実施形態の投射光学系においては、基準軸を交差させているので、面と面の間隔が必要になり、反射面の大きさが大きくなる。反射面の大きさが大きいと高精度に反射面を保持をするのが難しくなる。そこで、望ましくは、投射光学系の内部に中間結像を形成するようにしたほうがよい。

#### 【0067】

なお、本実施形態では、絞りを画像表示素子と投射光学系との間に設けた場合について説明したが、本発明の投射光学系はこれに限られるものではない。

#### 【0068】

また、本実施形態では、回転非対称な反射面はある平面に対して対称な形状であるが、本発明においてはこれに限られるものではない。

#### 【0069】

さらに、本発明の投射光学系における光学面の配置は、本実施形態によって限定されるものではない。

#### 【0070】

（第2実施形態）

図5には、本発明の第2実施形態である投射光学系を備えたプロジェクタの光学全系を示している。また、図5には、上記投射光学系の構成を示している。

#### 【0071】

これらの図において、Pは反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いた画像表示素子である。2は画像表示素子Pの像をスクリーンSに拡大投影するための投射光学系である。

## 【 0 0 7 2 】

本実施形態では、画像表示素子 P の大きさは、 $17.4 \times 9.8\text{mm}$ 、スクリーン S の大きさは縦横比 16 : 9 の 60 インチである。また、スクリーン S の法線 S a は基準軸 A に対して 36 度傾いていて、入射側基準軸と射出側基準軸は 126 度傾いている。以下、本実施形態に用いられる投射光学系の構成データを示す。ここで、 $Y_i$ 、 $Z_i$  は各反射面の原点の絶対座標系における座標であり、 $\theta_i$  は各反射面のチルト角であり、 $D_i$  は、第  $i$  面と第  $i + 1$  面との面間隔であり、 $N_{di}$ 、 $\nu_{di}$  は第  $i$  面と第  $i + 1$  面との間の媒質の屈折率、アッベ数である。

絞り径 9.00

i	$Y_i$	$Z_i$	$S_i$	$D_i$	$N_i$	$\nu_i$
1	0.00	0.00	0.00	58.98	1	絞り
2	0.00	58.98	-17.00	55.00	1	反射面
3	30.76	13.38	-5.00	60.00	1	反射面
4	55.16	68.19	3.00	170.00	1	反射面
5	107.69	-93.49	-35.00	90.00	1	反射面
6	36.77	-38.08	-72.00	110.00	1	反射面
7	146.70	-34.24	-71.00	850.00	1	反射面
8	-540.96	-533.86	-90.00		1	像面

## 非球面形状

R 2	C02=-3.37436e-003	C20=-4.51239e-003	
	C03= 1.84135e-006	C21= 2.01115e-005	
	C04=-1.21712e-007	C22=-1.80598e-007	C40=-9.60824e-008
	C05=-1.64411e-010	C23= 2.19554e-009	C41=2.61499e-009
	C06= 2.78395e-011	C24= 4.43397e-012	C42=2.37055e-012
	C60=-3.56081e-013		

R 3 C02=-2.76122e-003 C20=-3.54988e-003  
C03=-5.17629e-006 C21= 1.20617e-004  
C04=-4.32174e-007 C22=-1.04423e-006 C40=-3.47541e-007  
C05=-3.04582e-009 C23= 2.09415e-008 C41= 3.53532e-008  
C06= 7.92858e-011 C24=-6.76769e-011 C42=-8.21742e-010  
C60=-5.05441e-011

R 4 C02=-2.03074e-003 C20=-1.24791e-004  
C03=-2.34234e-006 C21= 5.25703e-005  
C04=-7.49414e-008 C22= 2.66652e-007 C40= 1.34439e-008  
C05=-2.04206e-010 C23= 1.45779e-009 C41= 6.16235e-009  
C06= 8.09616e-012 C24= 2.58386e-012 C42= 1.03269e-010  
C60= 2.46239e-011

R 5 C02=-3.32067e-003 C20=-1.15647e-003  
C03=-1.27296e-005 C21= 2.01429e-005  
C04=-3.78538e-007 C22= 2.81310e-007 C40=-3.80101e-008  
C05=-6.53647e-009 C23= 7.14790e-010 C41= 3.55485e-009  
C06=-5.57125e-010 C24= 1.10713e-010 C42=-6.12210e-011  
C60= 2.47026e-012

R 6 C02=-2.08832e-004 C20= 6.27250e-005  
C03= 3.26988e-006 C21= 1.21445e-006  
C04= 1.26492e-007 C22= 1.22400e-007 C40=-8.32280e-009  
C05= 2.17274e-010 C23=-8.05035e-010 C41=9.42355e-010  
C06=-1.58005e-010 C24= 4.18944e-013 C42=-1.10566e-011  
C60=-1.77396e-012

R 7 C02= 3.46749e-003 C20= 3.41829e-003  
C03=-1.36036e-005 C21=-1.32919e-005  
C04=8.77755e-008 C22=8.34453e-008 C40=9.73084e-009



C05=-3.72349e-010      C23=8.18783e-011      C41=7.67548e-011  
C06=1.50474e-012      C24=-1.71432e-012      C42=7.11081e-013  
C60=-2.21915e-013

図 5 および図 6 において、投射光学系 2 は画像表示素子 P からの光線の通過順に、絞り R 1 と、凹面鏡 R 2，凸面鏡 R 3，凹面鏡 R 4，凸反射面 R 5，凹面鏡 R 6 および凹面鏡 R 7 の 6 つの反射面とから構成されている。すべての反射面は Y Z 平面のみに対して対称な面である。

#### 【 0 0 7 3 】

ここで、光束は、凸面鏡 R 5 の近傍で中間結像しており、凹面鏡 R 7 で反射されたあとで瞳の結像をしている。さらに、凹面鏡 R 4，凸反射面 R 5，凹面鏡 R 6 により囲まれる空間内で光路（基準軸）が 3 回交差している。そして、最終の反射面である凹面鏡 R 7 で反射した光束は、凸反射面 R 5 と凹面鏡 R 6 との間の空間を通過してスクリーン S に投射される。

#### 【 0 0 7 4 】

各反射面の法線と基準軸とのなす角は最大で  $29^{\circ}$  と小さくなっている。このような光路を交差させることにより、各反射面の傾き角の大きさは小さく抑えられている。

#### 【 0 0 7 5 】

本実施形態の場合、基準軸を含む平面（Y Z 平面）内での画像表示素子 P の大きさは 9.8mm、最大の面間隔は 170mm であるので、最大の面間隔は画像表示素子 P の上記大きさの約 17 倍であり、条件式（1）を十分満足する最大面間隔が設けられている。

#### 【 0 0 7 6 】

図 7 には、本実施形態の投射光学系 2 のスクリーン S 上での横収差を、図 8 はスクリーン S 上でのディストーションを示している。これらの図から分かるように、どちらも十分な性能が確保できている。

#### 【 0 0 7 7 】

また、本実施形態の投射光学系においては、基準軸を交差させているので、面

と面の間隔が必要になり、反射面の大きさが大きくなる。反射面の大きさが大きいと高精度に反射面を保持をするのが難しくなる。そこで、望ましくは、投射光学系の内部に中間結像を形成するようにしたほうがよい。

#### 【0078】

なお、本実施形態では、絞りを画像表示素子と投射光学系との間に設けた場合について説明したが、本発明の投射光学系はこれに限られるものではない。

#### 【0079】

また、本実施形態では、回転非対称な反射面はある平面に対して対称な形状であるが、本発明においてはこれに限られるものではない。

#### 【0080】

さらに、本発明の投射光学系における光学面の配置は、本実施形態によって限定されるものではない。

#### 【0081】

(第3実施形態)

図10には、本発明の第3実施形態である光学系を示している。Pは反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いた画像表示装置である。(勿論、透過型の画像表示素子を用いても構わない)。また、パネルは基準軸光線に対して10度傾いている。2はPの像をスクリーンSに拡大投影するための光学系である。図11は光学系2の詳細図である。Pの大きさは17.4×9.8mm、スクリーンSの大きさは縦横比16:9の60インチである。また、スクリーンSの法線Saは基準軸Aに対し42.53度傾いていて、入射側基準軸と射出側基準軸は47.47度傾いている。以下、本実施形態に用いられる反射光学系の構成データを示す。

#### 【0082】

ここで、 $Y_i$ 、 $Z_i$ は各反射面の原点の絶対座標系における座標であり、 $\theta_i$ は各反射面のチルト角であり、 $D_i$ は、第i面と第i+1面との面間隔であり、 $N_{di}$ 、 $\nu_{di}$ は第i面と第i+1面との間の媒質の屈折率、アッペ数である。

絞り径 18.00

i	$Y_i$	$Z_i$	$\theta_i$	$D_i$	$N_i$	$\nu_i$
---	-------	-------	------------	-------	-------	---------

C1	0.00	0.00	0.00	3.05	1.48927	0.00	カバー硝子
C2	0.53	3.00	0.00	50.45	1		カバー硝子
stop	9.12	52.71	10.00	1.23	1		絞り
S1	9.33	53.92	10.00	4.00	1.48915	0.00	屈折面
S2	10.03	57.86	10.00	3.00	1		屈折面
S3	10.55	60.82	10.00	2.00	1.83932	0.00	屈折面
S4	10.89	62.78	10.00	5.00	1.51976	0.00	屈折面
S5	11.76	67.71	10.00	6.28	1		屈折面
S6	12.85	73.90	10.00	2.00	1.83932	0.00	屈折面
S7	13.20	75.87	10.00	8.00	1.48915	0.00	屈折面
S8	14.59	83.75	10.00	135.00	1		屈折面
R1	38.03	216.69	-3.42	110.00	1		反射面
R2	69.91	111.41	-32.84	145.00	1		反射面
R3	-39.27	206.84	-16.84	145.00	1		反射面
R4	-77.18	66.88	-6.19	965.00	1		反射面
	-523.21	922.62	15.00		1		像面

## 球面データ

S1	150.362
S2	-50.012
S3	-92.245
S4	68.215
S5	-54.407
S6	126.653
S7	84.514
S8	-98.442

## 非球面データ

R1	C02=-1.0421e-003	C20=-4.37676e-004
----	------------------	-------------------

C03=1.35335e-008 C21=3.07818e-006  
C04=4.32401e-008 C22=7.30854e-008 C40=2.66010e-008  
C05=4.40706e-011 C23=-2.3781e-011 C41=4.03472e-010  
C06=-4.7363e-012 C24=-1.3592e-011 C42=-5.0835e-012  
C60=1.91766e-012

R2 C02=-8.6142e-004 C20=6.47535e-004  
C03=5.48977e-006 C21=9.26220e-006  
C04=9.10710e-008 C22=4.12278e-008 C40=-1.13111e-008  
C05=1.77815e-010 C23=1.60165e-010 C41=8.70239e-010  
C06=-2.9828e-011 C24=-4.3180e-011 C42=-1.9391e-011  
C60=-3.59011e-013

R3 C02=1.00000e-005 C20=1.25000e-003  
C03=6.62116e-006 C21=1.29522e-005  
C04=1.66226e-007 C22=8.08754e-008 C40=-1.20027e-007  
C05=2.19980e-009 C23=4.22156e-009 C41=3.32265e-009  
C06=-3.0741e-019 C24=3.60127e-011 C42=2.27463e-011  
C60=5.60646e-012

R4 C02=2.56563e-003 C20=4.23513e-003  
C03=-9.5763e-006 C21=-1.84062e-005  
C04=6.43782e-008 C22=1.20695e-007 C40=1.05267e-009  
C05=-2.0214e-011 C23=-2.5036e-010 C41=1.57493e-010  
C06=-1.7730e-012 C24=6.76197e-013 C42=-1.88987e-13  
C60=3.36977e-013

図 1 0, 1 1 において、光学系 2 は、P からの光線の通過順に、パネルのカバ  
ー硝子、絞り、屈折光学系S1～8、凹面鏡R1、凸面鏡R2、凸面鏡R3、凹反射面R4

の4つの反射面を有する反射光学系とにより構成されている。すべての反射面はYZ平面のみに対して対称な面である。ここで、凸面鏡R3近傍で中間結像しており、凹面鏡R4で反射されたあとで瞳の結像をしている。さらに、S8からR1に向かう光束とR2からR3に向かう光束が交差している。各反射面の法線と基準軸とのなす角は最大で $32^{\circ}$ と小さくなっている。この様に交差させることにより各反射面の傾き角の大きさは低く抑えられている。この実施例の場合、基準軸を交差させるために折り曲げる方向におけるパネルの大きさは9.8 mm、最大の面間隔は145 mmであるので、最大の面間隔はパネルサイズの約1.5倍であり十分な間隔が設けられている。図12はスクリーン上での横収差を、図13はスクリーン上でのディストーションの様子を示している。どちらも十分な性能が確保できている。

本発明においては、基準軸を交差させているので面と面の間隔が必要になり、反射面の大きさが大きくなる。反射面の大きさが大きいと高精度に保持をするのが難しくなるので、望ましくは、光学系の内部に中間結像を形成するようにしたほうが良い。本実施例では絞りを表示パネルと反射光学系の間に設けたが本発明はこれに限らない。本実施例では回転非対称反射面はある平面に対して対称な形状であるが、これに限った事ではない。また光学面の配置等に限定されない。

### 【0083】

ここで、第1～第3実施形態では、前述の複数の（屈折力を有する）反射内部を通る中心主光線が含まれる平面が、スクリーン（被投影面）と垂直になるように構成していたがこの限りではない。具体的には、中心主光線が含まれる平面がスクリーンと実質的に平行になるように構成しても構わない。或いは、画像表示素子（透過型液晶パネル、反射型液晶パネル、DMD等の公知の画像表示デバイス）の画像表示面に対する法線と、スクリーンの法線とが垂直になるように構成しても構わない。このような場合、複数の反射面のうち最終反射面（スクリーンに最も近い屈折力を有する面）とスクリーンとの間に、中心主光線の光路をスクリーン方向に向けるために、屈折力の無い平面ミラー等の反射部材を用いることにより、本発明の特徴を生かしたまま光路を折り曲げることができ、さらなる装置全体の小型化、薄型化を図ることができる。好ましくは、平面ミラーは2枚乃

至 3 枚用いるのがよい。

#### 【0084】

また、第 3 実施形態においては、屈折光学系の光軸がスクリーンと実質的に平行に、屈折光学系の光軸がスクリーンの法線に対して実質的に垂直になるように構成しても構わない。また、この際に、反射面内の基準軸が形成する平面の法線をスクリーンの法線と実質的に垂直にしても良いし、また反射面内の基準軸が形成する平面の法線をスクリーンの法線と実質的に平行にしても良い。

#### 【0085】

また、本発明は投射光学系及び投射型画像表示装置に限定された発明ではなく、公知の各種コンピューター、カメラ（ビデオカメラ、デジタルカメラ等）、ビデオデッキ、携帯電話、電波受信装置（有線、無線不問）等の画像情報供給装置により、液晶パネル等の画像表示素子に原画を形成させるための画像情報を供給するように構成した画像表示システムにも適用可能である。

#### 【0086】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光学系内（特に反射光学系内）で光路（基準軸）を交差させることによって各反射面の傾き角を小さく抑えたまま入射側基準軸と射出側基準軸のなす角を大きく（例えば、30 度以上）傾けた投射光学系を実現することができる。また、反射面間の間隔を十分確保して、光線がけられないようにすることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の第 1 実施形態である投射光学系を備えたプロジェクタの光学全系の YZ 面内での全体構成を示す図。

##### 【図 2】

図 1 に示した投射光学系の拡大図。

##### 【図 3】

図 1 に示した投射光学系の横収差図。

##### 【図 4】

図 1 に示した投射光学系のディストーション図。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態である投射光学系を備えたプロジェクタの光学全系の Y Z 面内での全体構成を示す図。

【図 6】

図 5 に示した投射光学系の拡大図。

【図 7】

図 5 に示した投射光学系の横収差図。

【図 8】

図 5 に示した投射光学系のディストーション図。

【図 9】

本発明の実施形態における座標系の説明図。

【図 10】

本発明の第 3 実施形態である投射光学系を備えたプロジェクタの光学全系の Y Z 面内での全体構成を示す図。

【図 11】

図 10 に示した投射光学系の拡大図。

【図 12】

図 10 に示した投射光学系の横収差図。

【図 13】

図 10 に示した投射光学系のディストーション図。

【図 14】

従来の投射光学系の Y Z 面内での光学断面図。

【図 15】

従来の反射面を用いた投射光学系の Y Z 面内での光学断面図。

【図 16】

従来の投射光学系の模式図。

【図 17】

(A) は従来の投射光学系の入射側基準軸を下方に傾けた場合の模式図、(B

) は従来の投射光学系の入射側基準軸を上方に傾けた場合の模式図。

【図 1 8】

従来の投射光学系の基準軸を交差させたときの模式図。

【図 1 9】

反射面間隔の説明図。

【図 2 0】

(A) , (B) は反射面の位置ずれと反射面への光の入射角度との関係を説明する図。

【符号の説明】

1, 2 反射光学系

R i 絞り又は反射面

D i 基準軸に沿った面間隔

N d i 屈折率

$\nu$  d i アッベ数

$\theta$  反射面の法線と基準軸とのなす角度

$\xi$  基準軸の偏向角

P 画像表示素子

P A 入射側基準軸

L V ライトバルブ

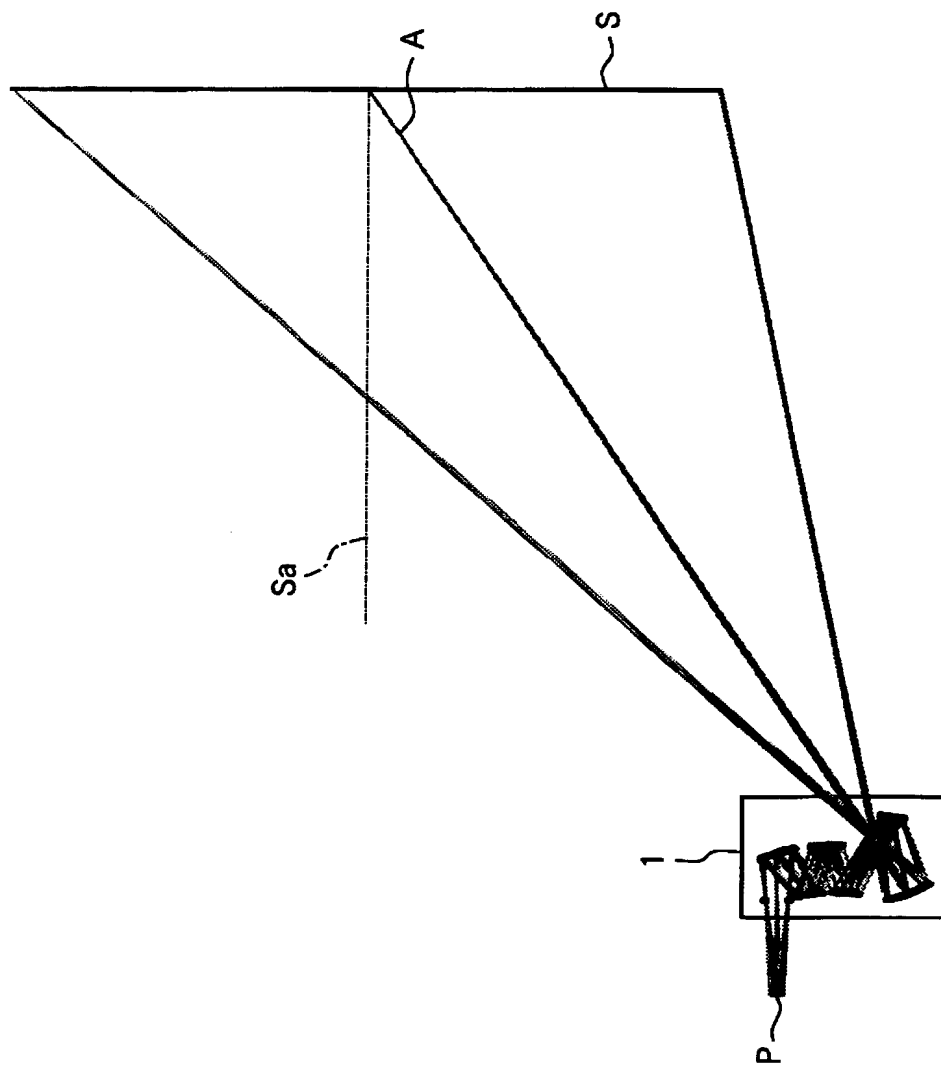
S スクリーン

S A 射出側基準軸

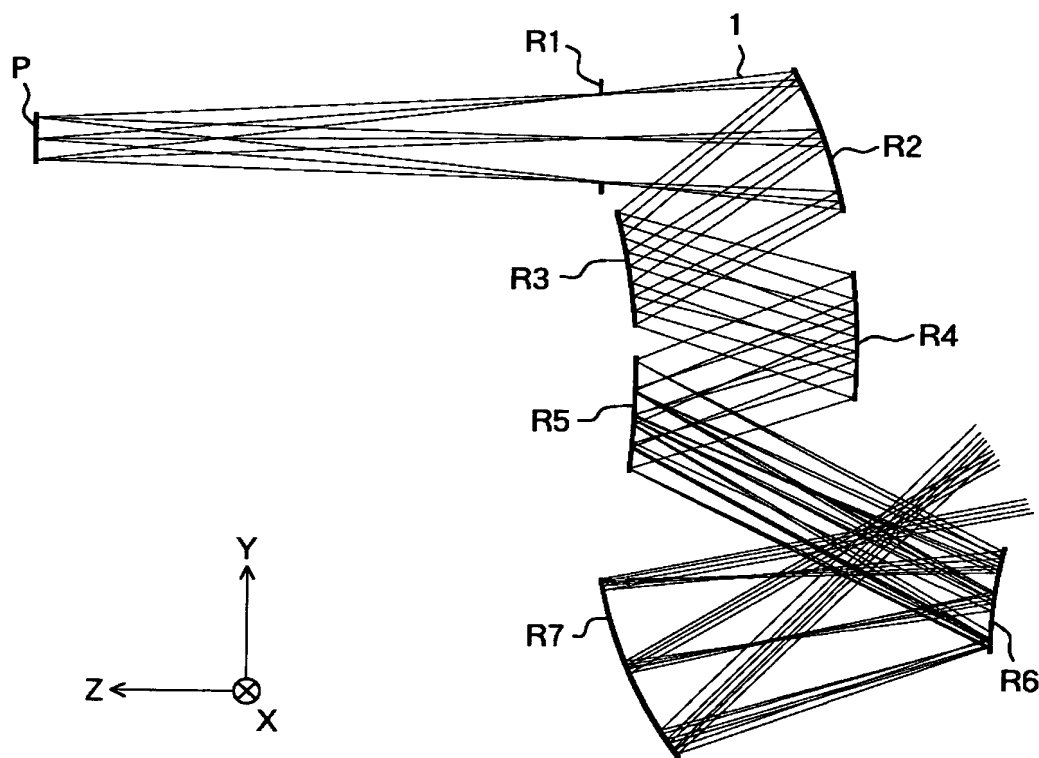


【書類名】 図面

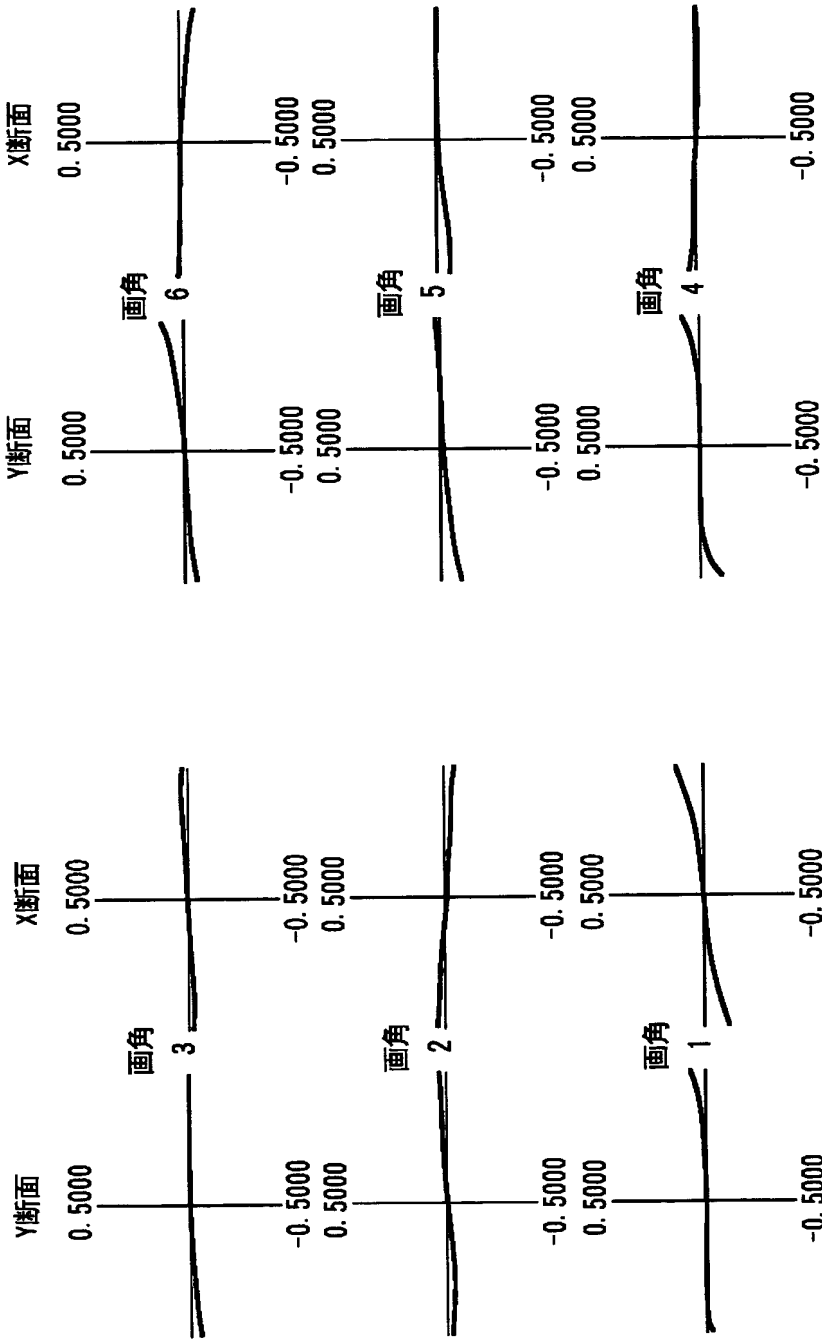
【図 1】



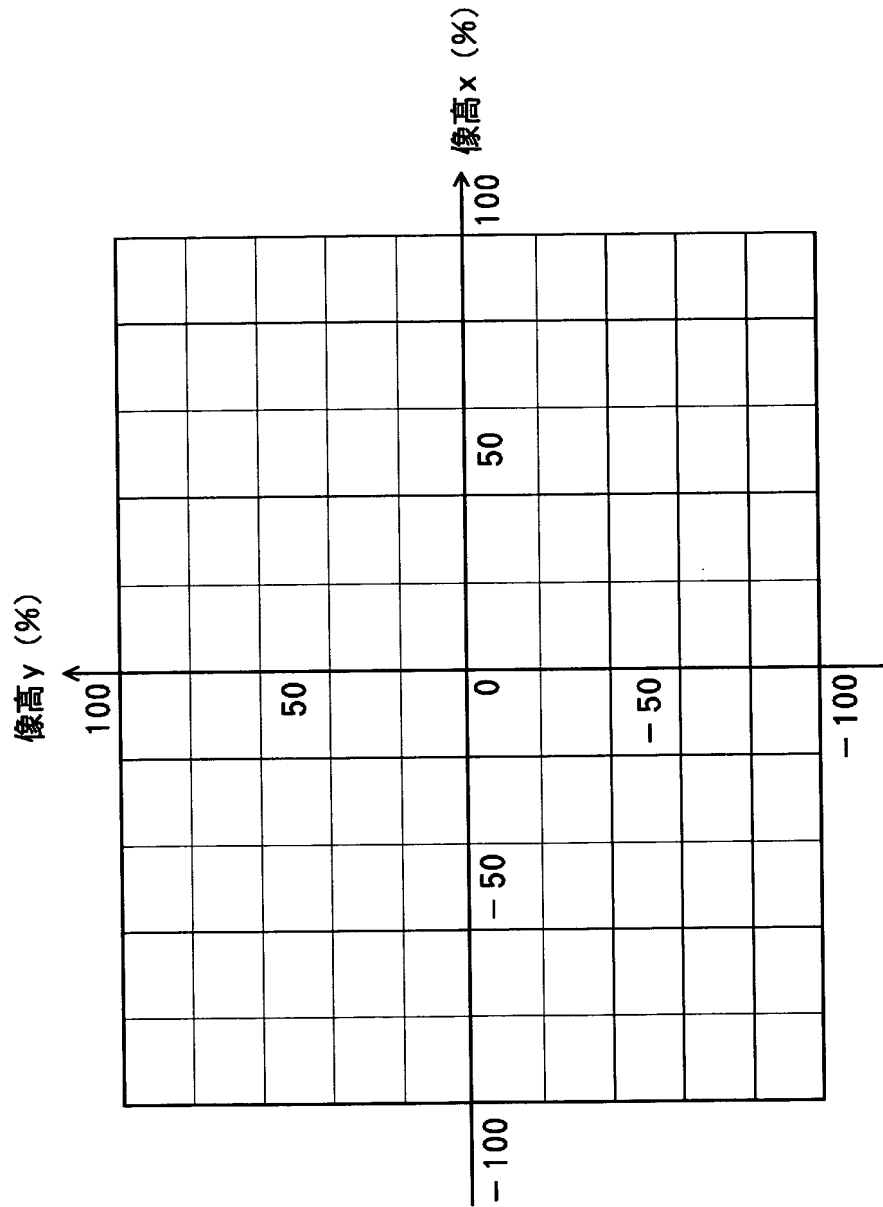
【図 2】



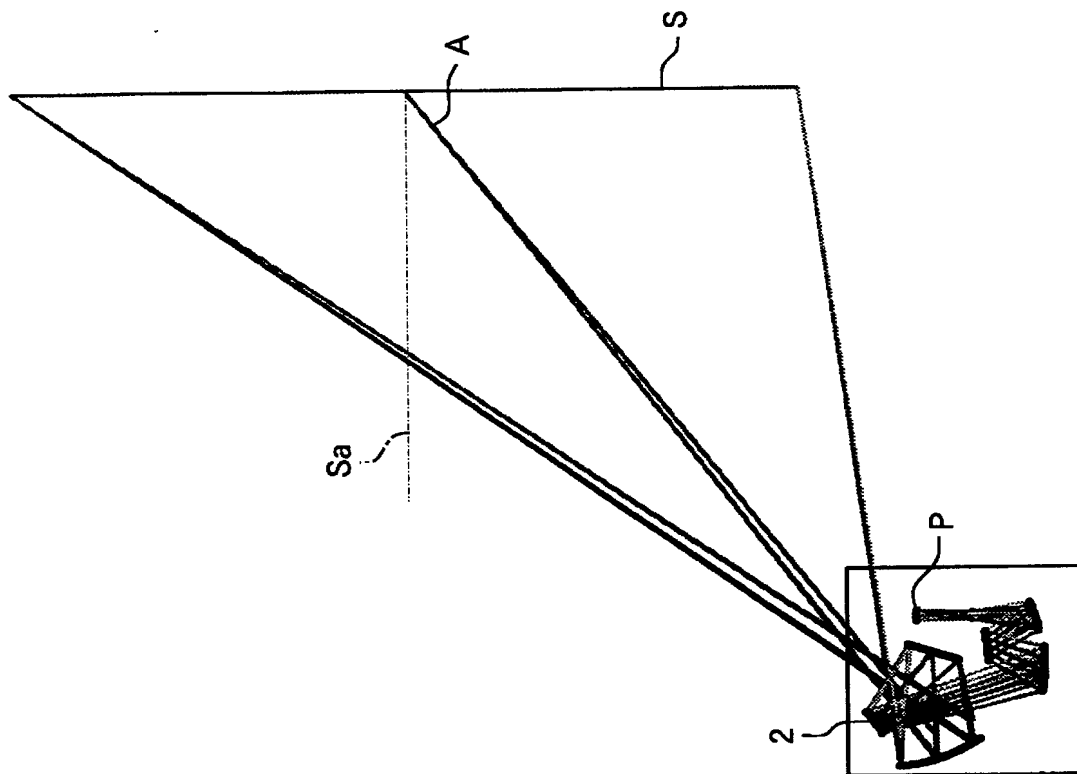
【図 3】



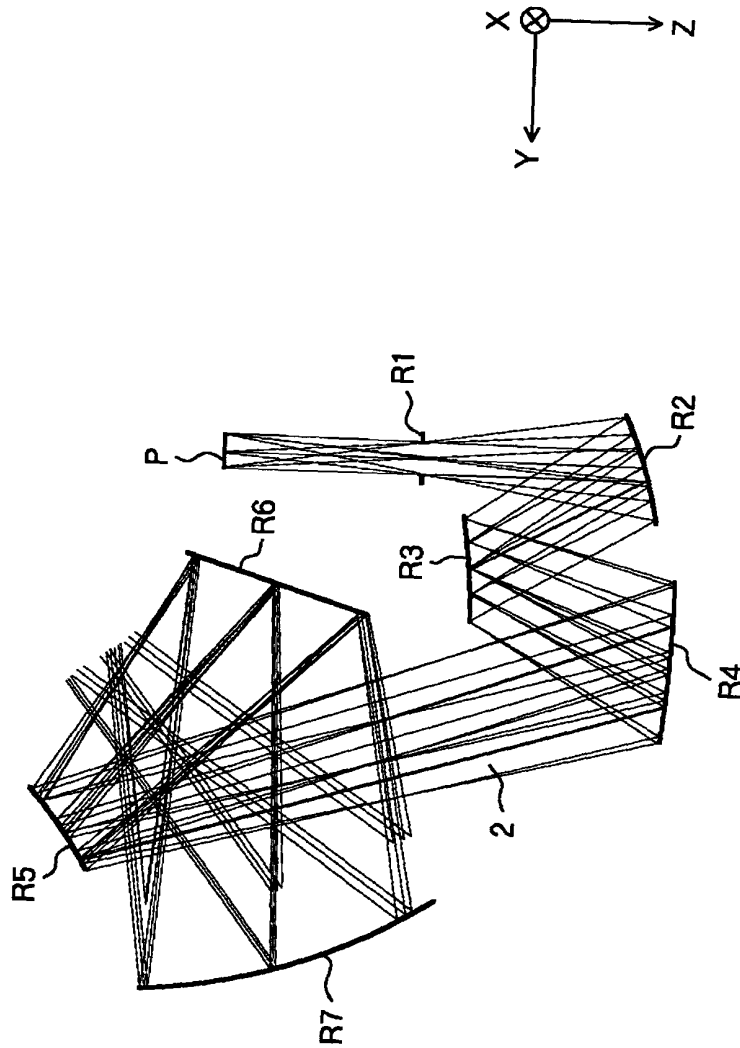
【図 4】



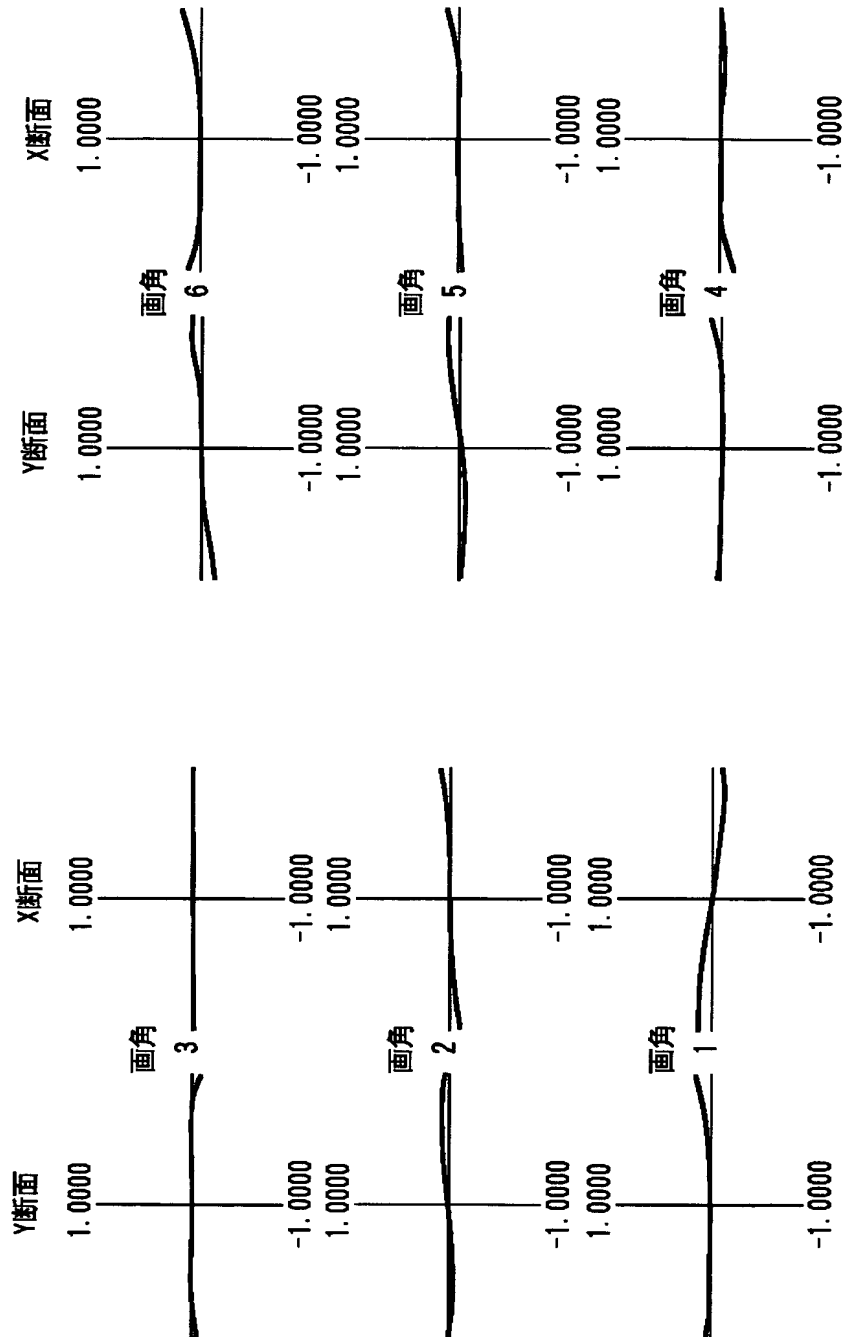
【図 5】



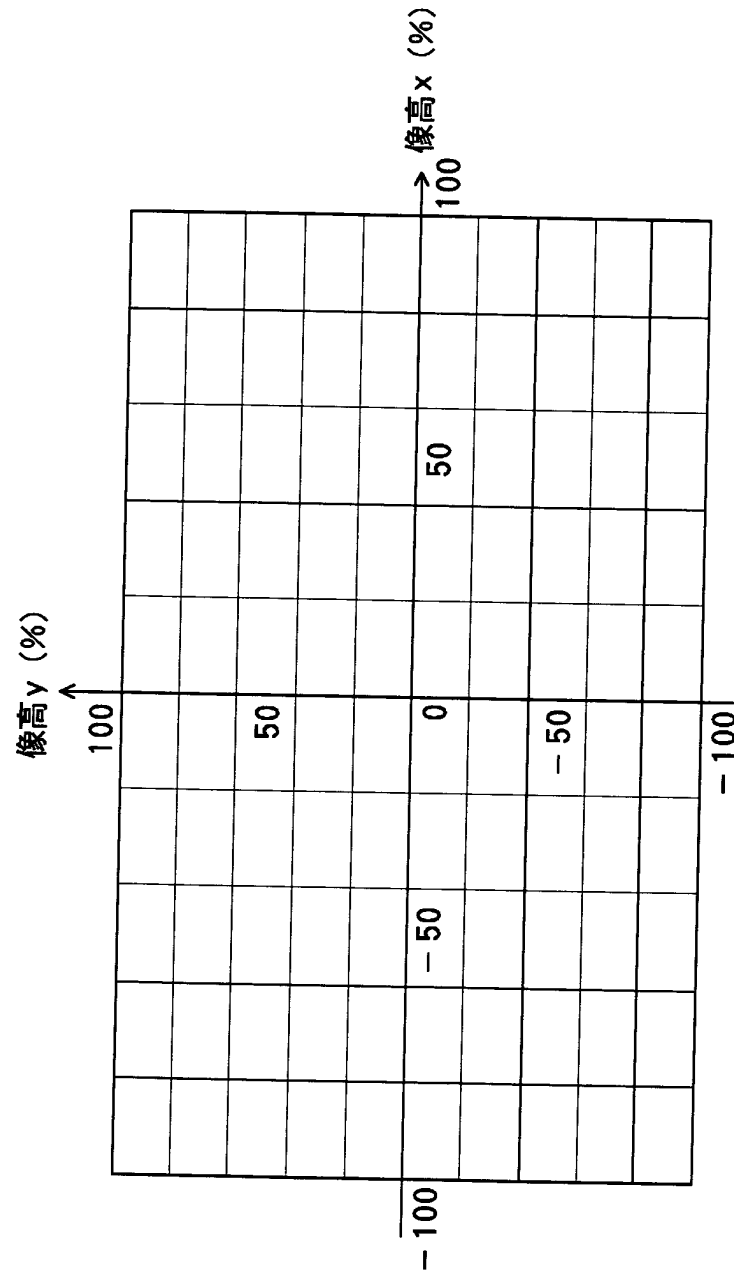
【図 6】



【図 7】

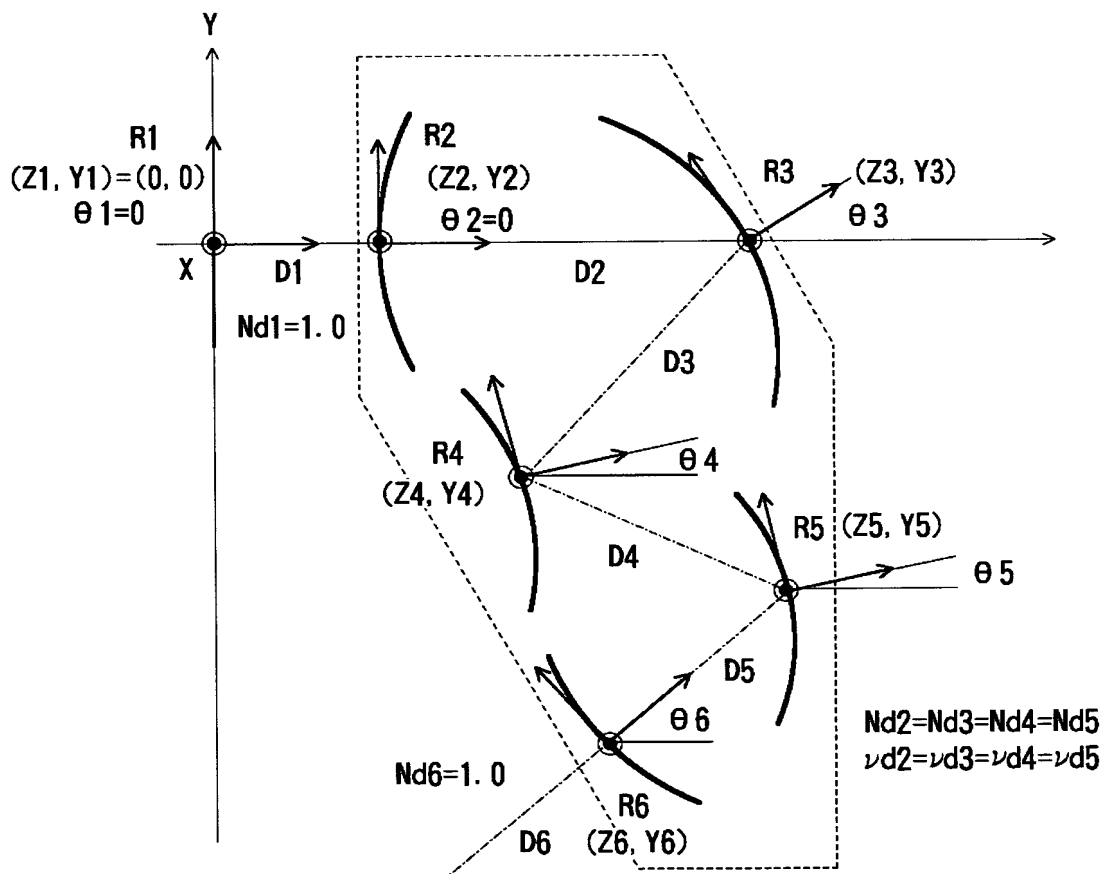


【図 8】

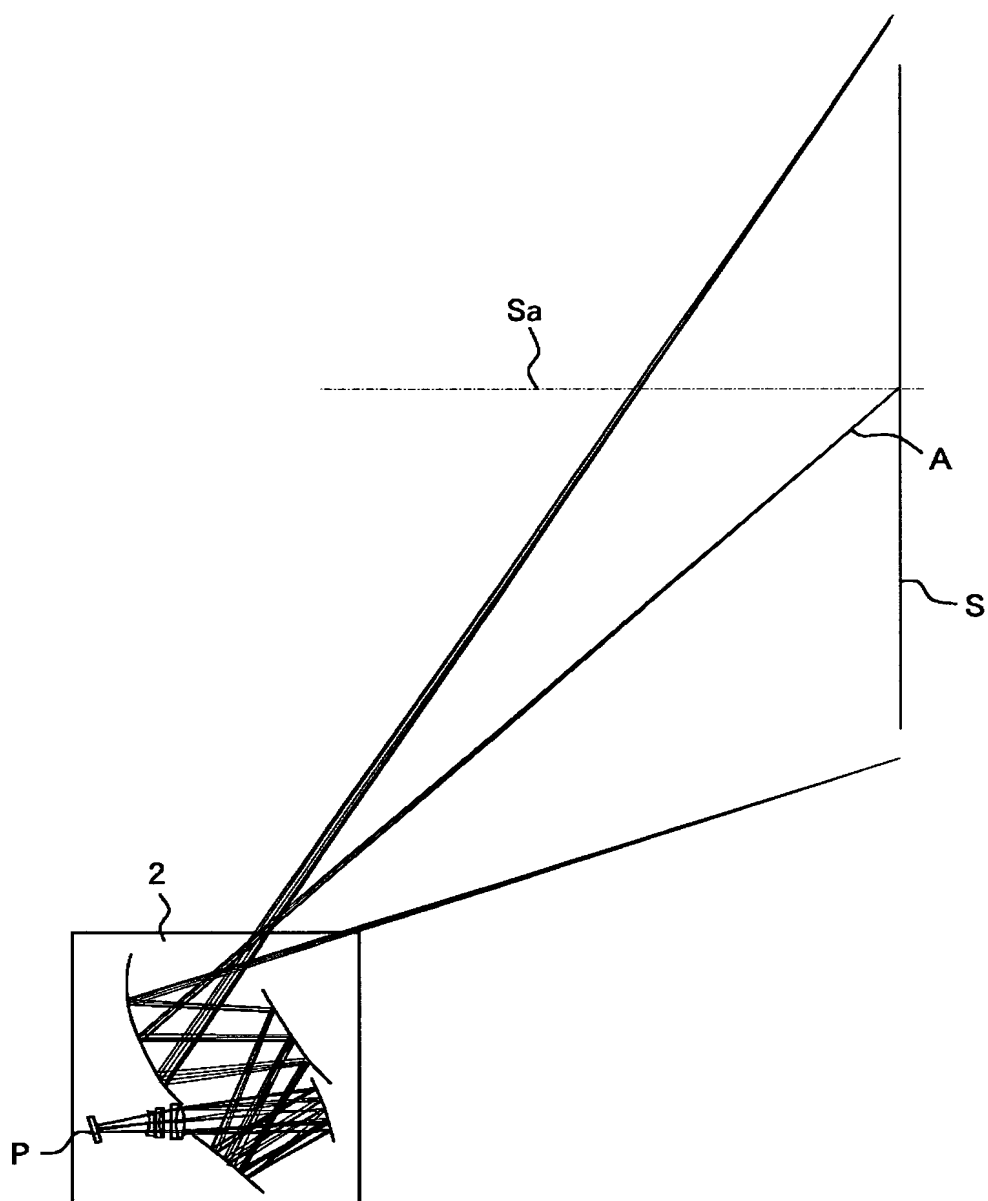




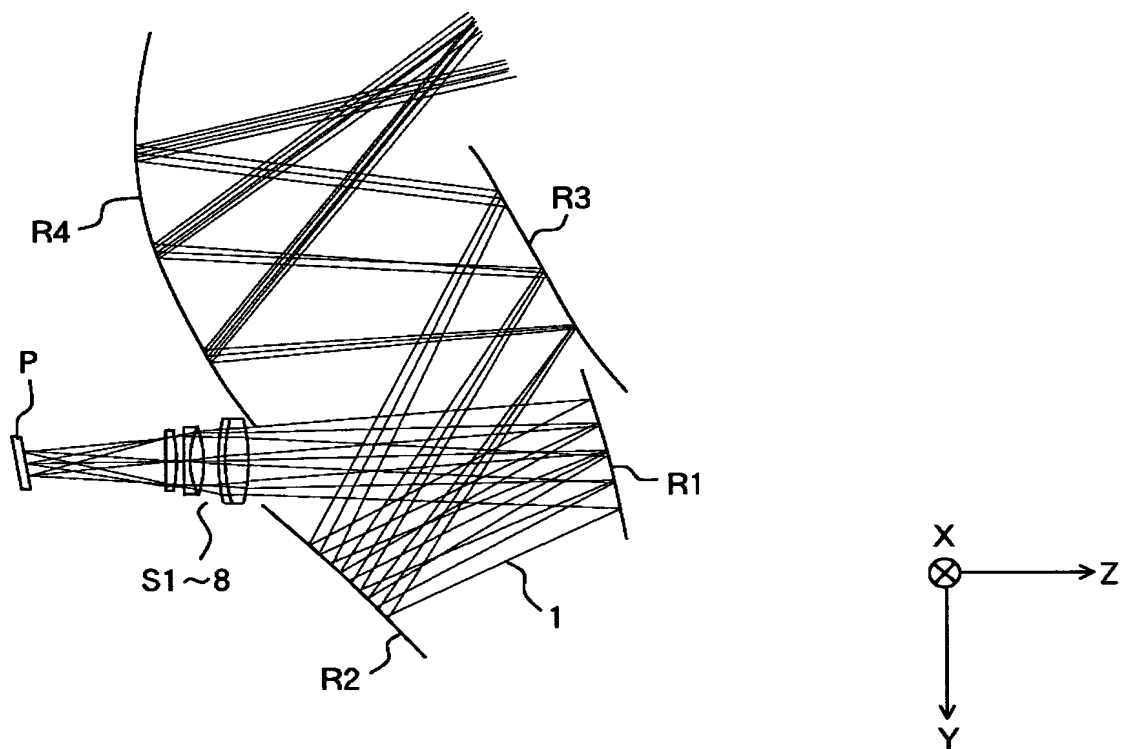
【図 9】



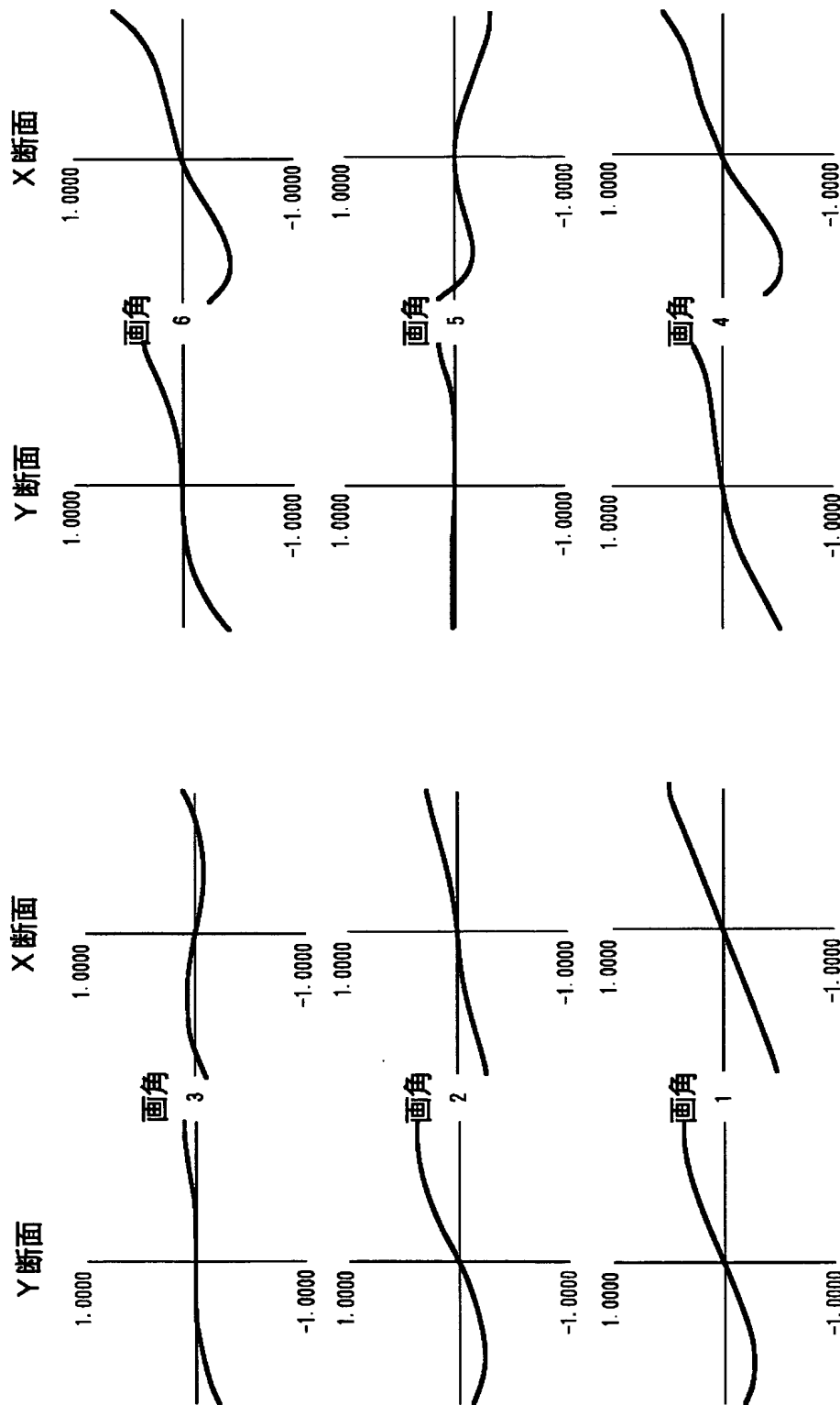
【図 10】



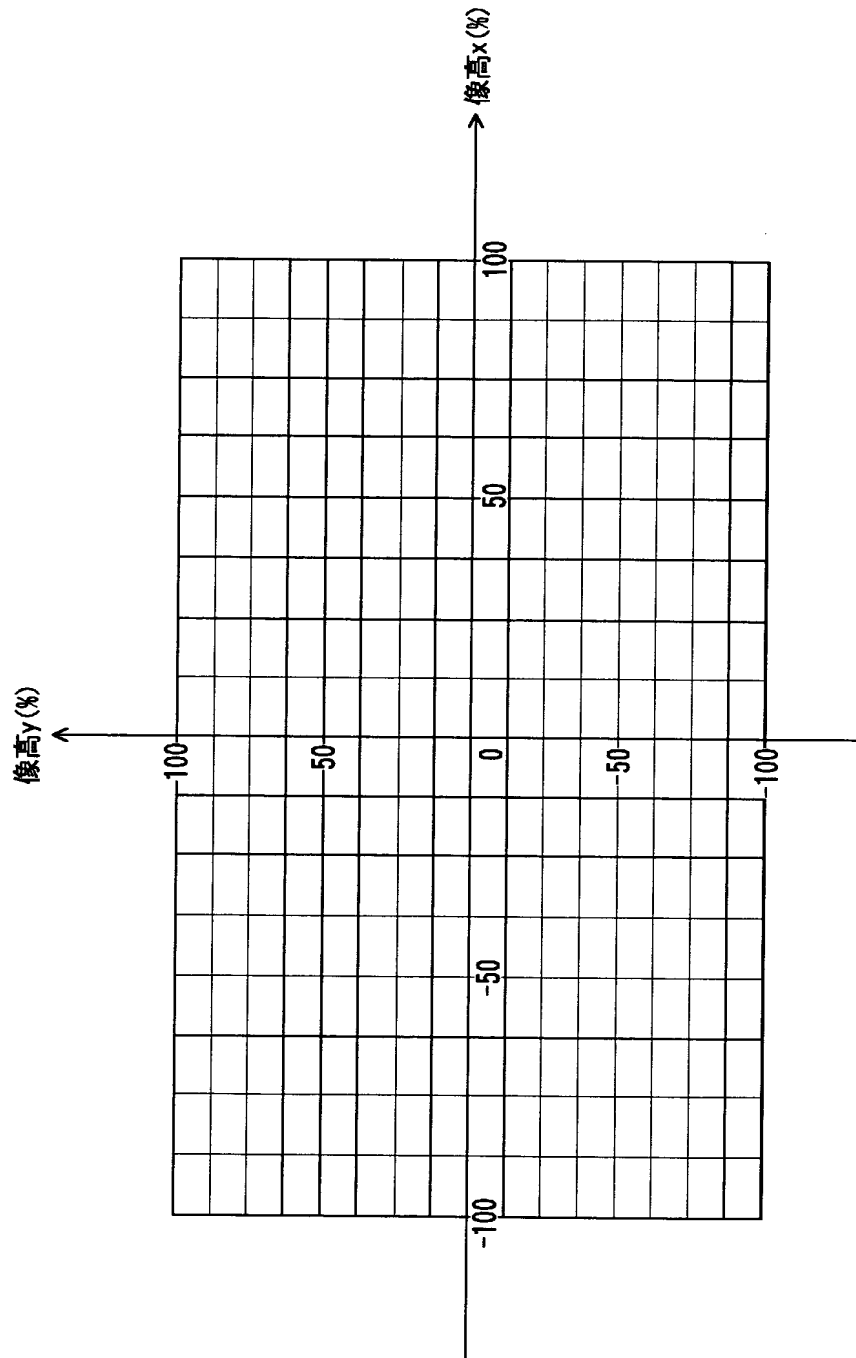
【図 11】



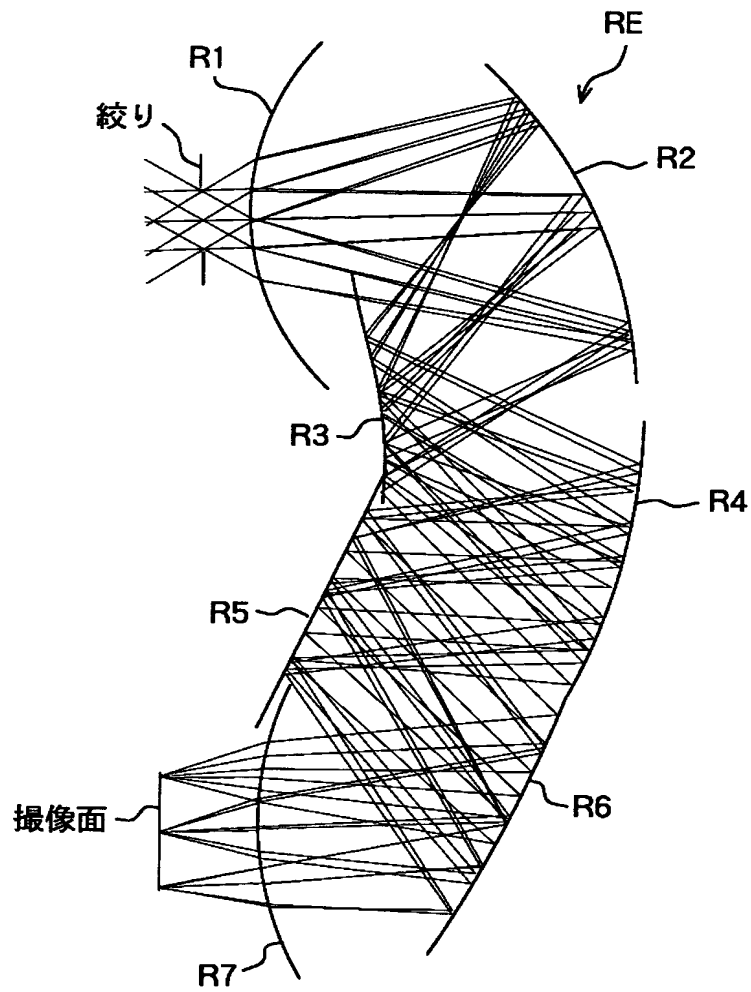
【図 12】



【図 13】

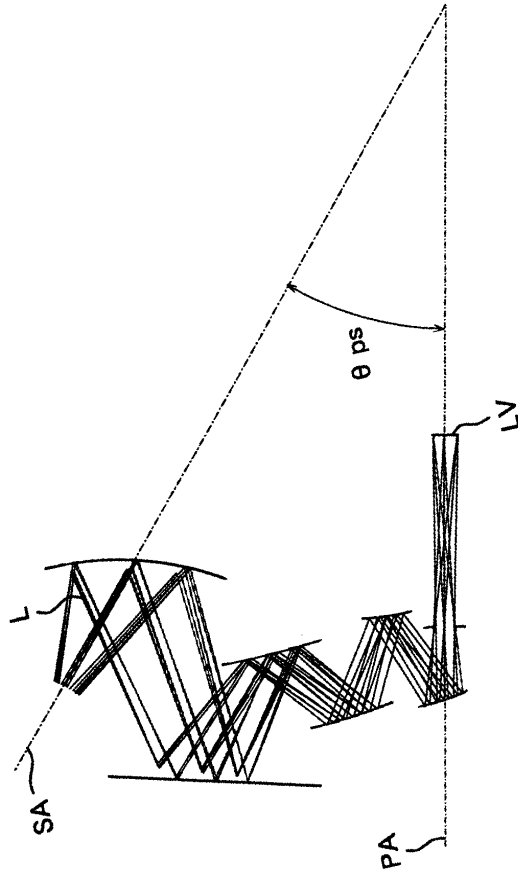


【図 14】



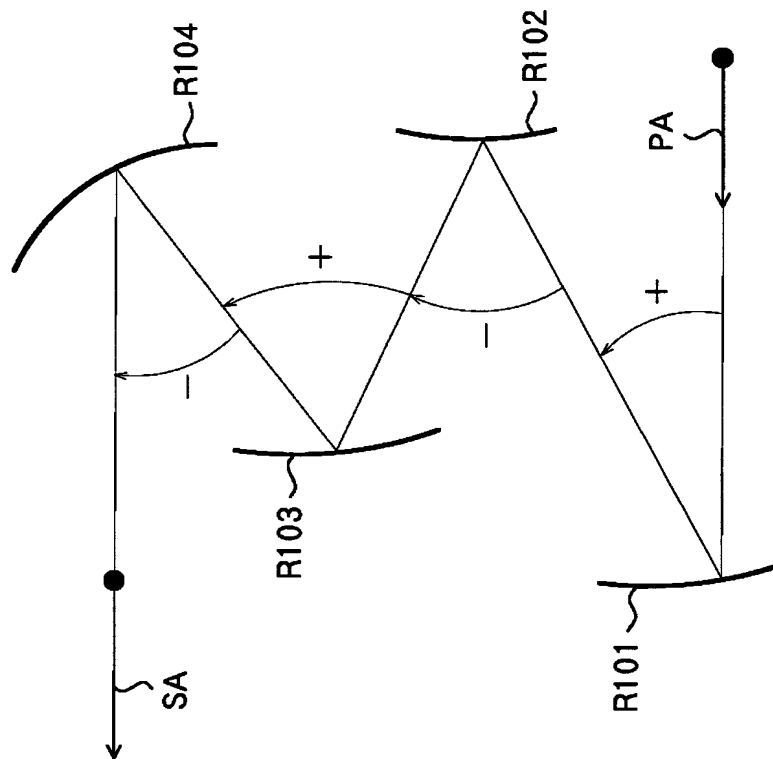
特願2002-221772

【図15】



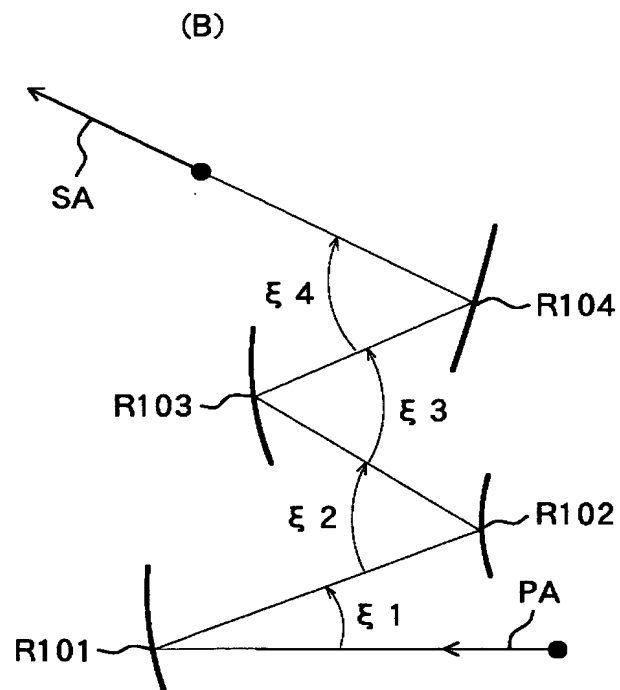
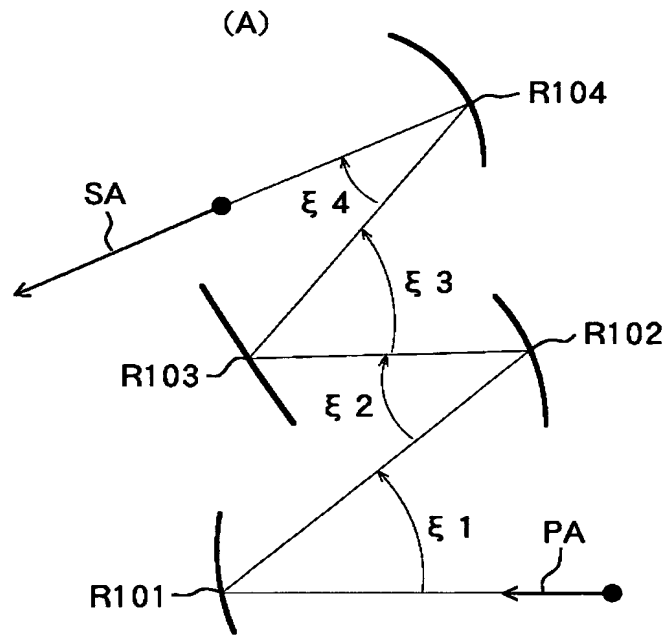
出証特2003-3067006

【図 16】

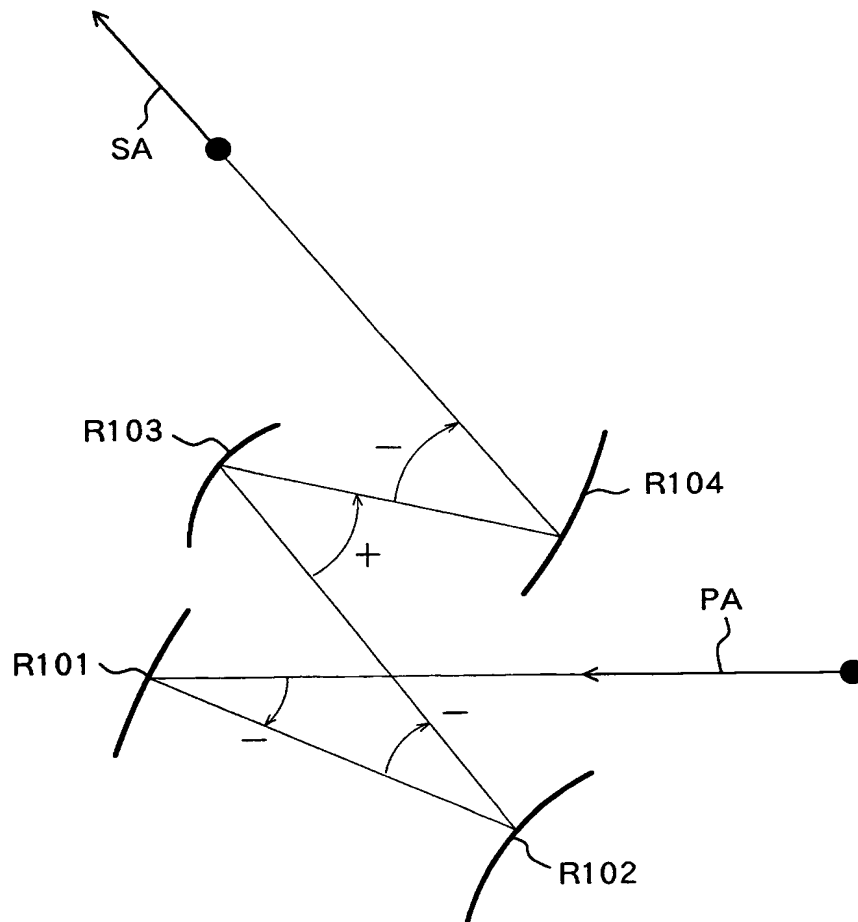




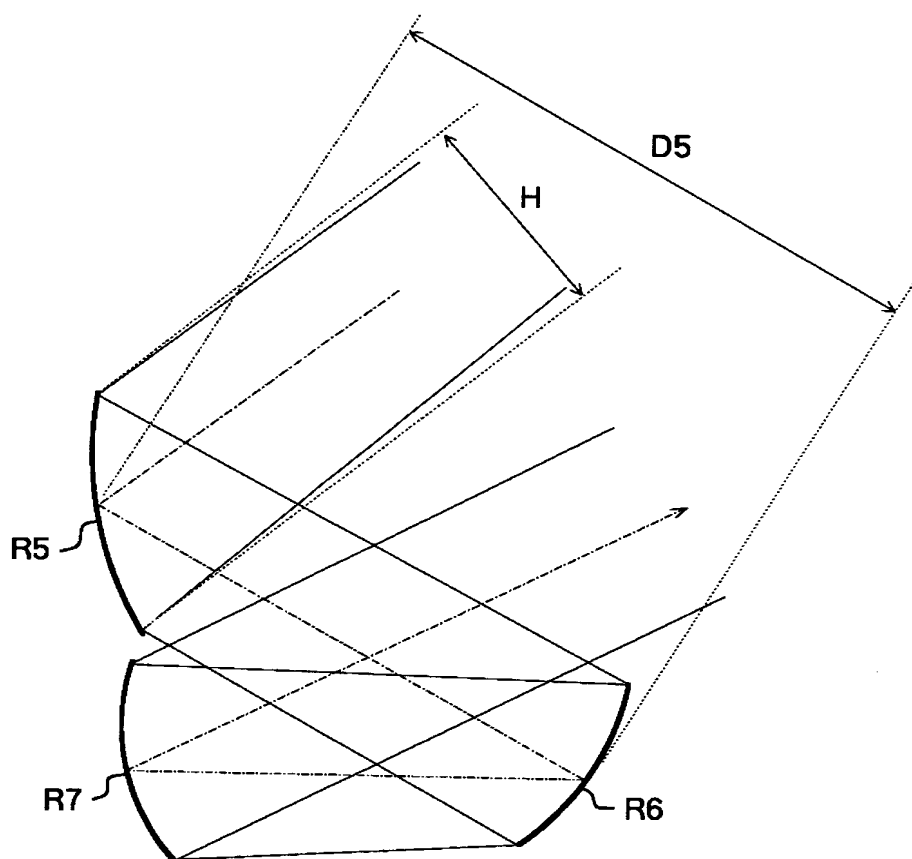
【図 17】



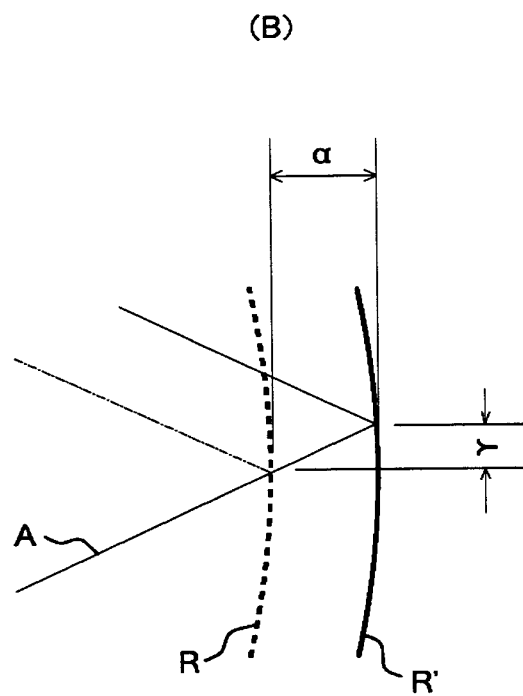
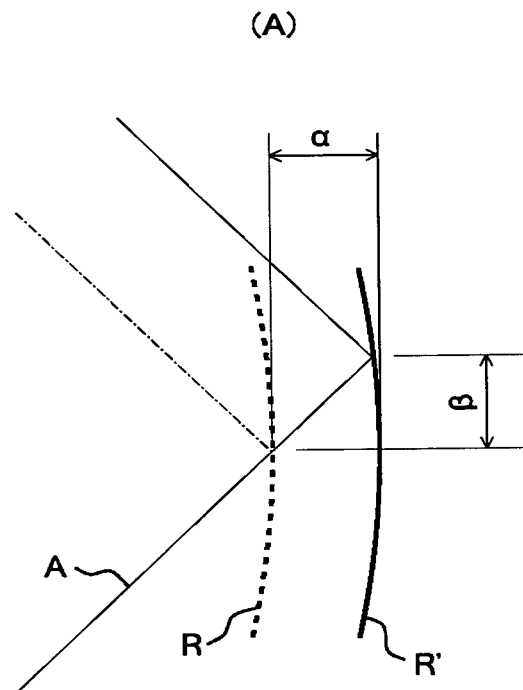
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 各反射面の傾き角を小さく抑えたまま入射側基準軸と射出側基準軸のなす角度を十分大きくすることができるようにした投射光学系が望まれている。

【解決手段】 原画 P からの光束を被投射面に投射する投射光学系において、曲率を有する少なくとも 3 面の複数の反射面 R 1 ～ R 7 を設け、原画の中心から被投射面に投射される最終結像画像の中心に至る中心主光線がたどる経路（光路）を基準軸としたとき、入射側基準軸と射出側基準軸とを相互に傾けるとともに、かつ各反射面を、この投射光学系内において基準軸が少なくとも 1 回交差するように配置する。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 2 - 2 2 1 7 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社